



TITLE:

# Shell Model Calculations in the Lead Region( Abstract\_要旨 )

AUTHOR(S):

Nishibori, Yutaka

---

CITATION:

Nishibori, Yutaka. Shell Model Calculations in the Lead Region. 京都大学, 1970, 理学博士

ISSUE DATE:

1970-07-23

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/213459>

RIGHT:

氏 名	西 堀 裕 にし ぼり ゆたか
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	論 理 博 第 325 号
学位授与の日付	昭 和 45 年 7 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	<b>Shell Model Calculations in the Lead Region</b> (殻模型による鉛領域核の研究)

論文調査委員 (主 査)  
教 授 小 林 稔 教 授 安見真次郎 教 授 武 藤 二 郎

### 論 文 内 容 の 要 旨

二核子間にはたらく核力の問題は、核子・核子衝突、あるいは2個の核子より成り立つ重陽子の性質をしらべることによって説明されるが、核子が核内に存在する場合には、他の核子の存在によるパウリ効果や、核子が存在する状態によってそれぞれ異った現われ方をする状態依存性のため、自由な核子間の力が大きく変化してあらわれてくる。このように変化して現われている核子間の相互作用は有効相互作用と呼ばれるが、実際に核構造論、あるいは核分光學に用いられるのはこの有効相互作用である。核構造の解析は通常この有効相互作用を適当に仮定して行なわれるのであるが、まだどの場合にもあてはまるような有効相互作用が確立されていない。また、有効相互作用はもちろん2核子間の相互作用、すなわち核力から導き出されるべきであるが、この試みも未だ十分成功しているとはいえない。これらは核力の特異性と、多体問題の複雑さによるものである。

核内における有効相互作用を直接に検討するには、閉殻外に2個の核子が存在する核の構造をしらべるのが最も近道である。その例として、たとえば陽子と中性子とを共に奇数個含む核、すなわち odd-odd 核の構造をしらべることがあげられる。

申請者はその参考論文2でこの問題をとりあげている。そこでは odd-odd 核で変形が小さいとき、その基底状態のスピンのついて知られている実験法則(Brennan-Bernstein の法則)について、この法則が陽子-中性子間の有効相互作用および波動函数に含まれている種々の kinematical factor など、どのように結びつくかを詳しく調べている。その結果、この法則が、主として波動函数に含まれる特定の kinematical factor から生じるものであり、そのためには有効相互作用が一定の条件をみたさねばならぬことが明らかにされた。すなわち、核力において、三重偶状態に短距離で強い中心力が存在しなければならぬこと、また一重奇状態での中心力は斥力でなければならぬことなどを示した。また、そのようなポテンシャルの特徴は Gammel-Thaler の核力から reaction matrix の方法によって導かれるものと同じであることも示している。

ところで、 $\text{Bi}^{210}$  核は double-magic 核  $\text{Pb}^{208}$  に陽子と中性子とを1個ずつつけたものであるから、殻模型が非常によい近似でなり立つ筈である。しかし、実際には、通常の現象論的に導かれた中心力では基準状態  $1^-$  と第一励起状態  $0^-$  とが逆の順序に出てしまい、また、この核が  $\beta$  崩壊によって  $\text{Po}^{210}$  になるときのスペクトルの shape correction 因子と偏極率から定まるパラメーターが正しく出ないことがよく知られている。申請者は参考論文3でこの問題をとりあげ、Gammel-Thaler のポテンシャルおよび Hamada-Johnston のポテンシャルから求められた reaction matrix を用いて詳しい検討を行なった。このような核スペクトルの例外的なふるまいでは有効相互作用のうちの非中心力の部分および波動関数の混合の仕方が特異に効くことが予想されるが、最近、Kim と Rasmussen はこの問題に関して、Gammel-Thaler ポテンシャルをガウス型におきかえたものを用いてスピンの順位および  $\beta$  崩壊のパラメーターが正しく求まること、および三重偶状態におけるテンソル力の作用が重要であることを示した。申請者の計算の結果では、Gammel-Thaler ポテンシャルを用いた reaction-matrix では Kim-Rasmussen の場合とちがってスピンの順序が正しく出ないこと、Hamada-Johnston のポテンシャルから導かれた reaction-matrix ではスピンの順序は正しく出るが、 $\beta$  崩壊のパラメーターは正しく出ないことが示されている。申請者はこれらの結果を検討し、上に述べたような喰いちがいがおきる理由を分析している。その結論を要約すると、核内の有効相互作用は著しく核子の存在する状態に依存し、reaction-matrix をポテンシャルにおきかえる場合には、その状態依存性まで考慮して適当な range をえらばなければならないということになる。Kim と Rasmussen のポテンシャルが偶然この条件をみたしていたということになり、核力から正当に導いたポテンシャルは Gammel-Thaler に相当するガウス型ポテンシャルでは range が大きすぎてスピンの順序が逆になり、Hamada-Johnstone から得られるものは range が小さく出てスピンの順序が正しくなるが、 $\beta$ -崩壊のパラメーターが正しく求まらないという結論を得ている。

申請者はこれら一連の研究を展開したのち、さらに reaction-matrix の中に  $P_2$  および  $P_4$  力を加えることによって  $\text{Bi}^{210}$  および  $\text{Po}^{210}$  の問題をしらべ、また鉛領域における他の3個の odd-odd 核、 $\text{Bi}^{208}$ 、 $\text{Tl}^{208}$  および  $\text{Tl}^{206}$  の解析を行なった。それらの研究が主論文の内容となっている。

このように今まで完全に閉殻と考えられていた double magic 核の近くにおいても、外部の核子の影響で殻のくずれることが問題となること、そのくずれは形の上で従来現象論的に用いられて来た  $P_4+P_2$  力に似ていることが最近 Kuo と Brown の一連の論文で発表されているが、申請者の主論文における研究によって明らかにされたことは、 $\text{Bi}^{210}$  では  $P_2+P_4$  力は  $\beta$ -崩壊のパラメーターに対して都合よく効くが、スピンの順序を逆にする作用があるため、あまり強くすることができないこと、また、 $\text{Po}^{210}$  では、参考論文1にも示されているように非中心力および hard core の影響で  $0^+$ 、 $2^+$  間の準位の間隔がせまくなっているのを、 $P_2+P_4$  力で多少これを広げることなどである。また、 $\text{Tl}^{206}$  では第一励起準位  $2^-$ 、第二励起準位  $1^-$  が現象論的ポテンシャルでも reaction-matrix を用いる方法で逆になることが知られていたが、 $P_2$  力によってこの順序を正しく出せることも示している。さらに、 $\text{Bi}^{208}$  と  $\text{Tl}^{208}$  などでも Brennan-Bernstein の法則がなりたち、その複雑なスペクトルが Racah 係数の計算でかなり良く説明されることも示している。

以上のように、申請者は参考論文、主論文を通じ、一貫して odd-odd 核のエネルギー準位のスピンの

順序の問題を巾広く検討し、Brennan-Bernstein の法則の成立する理由、 $\text{Bi}^{210}$ 、 $\text{Tl}^{206}$  などがその例外として現われる理由などを克明にしらべ、これらの核について行なわれた多くの研究結果がお互いに一致しない理由をかなり明らかにしたように思われる。しかし、申請者が指摘しているように、 $\text{Bi}^{210}$  の問題にしても、 $\beta$  崩壊のパラメーターを reaction-matrix から求めるには別の型の core の崩れを考える 必要があり、それらの解決はさらに今後の研究に待たねばならない。

### 論文審査の結果の要旨

申請者の主論文および参考論文とともに、鉛附近の odd-odd 核のスペクトル準位の解釈およびそれらの  $\beta$  崩壊から知られる形状に関するものである。

odd-odd 核、すなわち閉殻のまわりに 2 個の核子（或は空孔）をもつ核の構造をしらべることは核内における核子間の有効相互作用を知るのに都合のよい方法であり、申請者もこの見地に立ち、二体の核力から reaction-matrix の方法により求めた核内の核力ポテンシャルを拠りどころとして、これらの理論の正否を判断することをこの研究の一つの目的としているように見える。

参考論文 1, 2, 3 を通じて検討したことは、odd-odd 核のエネルギー準位に対する Brennan-Bernstein の法則の成立する理由、そのために核子間の核内有効相互作用がみたすべき条件等であり、またこれらの条件を Gammel-Thaler ポテンシャルから reaction-matrix を用いて導いた有効相互作用がみたしているという結論をも得ている。さらに、 $\text{Bi}^{210}$  は  $\text{P}^{208}$  に 1 個の陽子と 1 個の中性子がついた核であり、殻模型が非常によい近似でなりたつ筈であるにもかかわらず、現象論的に導かれた中心力ではその最初の 2 個のエネルギー準位が逆転してあらわれるということ、核の偏極率から定まるパラメーターが正しく出ないという実験事実に対する Kim と Rasmussen の最近の Gammel-Thaler ポテンシャルを用いた解決を詳細に批判し、これらの問題は Gammel-Thaler および Hamada-Johnston の核力から reaction-matrix の方法を用いて正当に導いた核子間有効相互作用では解決し得ないことを示している。

申請者は odd-odd 核に対するこれら研究を展開したのち、主論文において、さらに reaction-matrix の中に  $\text{P}_2\text{-P}_4$  力を加えることによって、 $\text{Bi}^{210}$  核の問題をしらべ、なお、鉛附近の 3 個の odd-odd 核  $\text{Bi}^{208}$ 、 $\text{Tl}^{208}$  および  $\text{Tl}^{206}$  の解析を行なっている。最近、Kuo と Brown はこれらの double-magic 核を core とする核においても、外部の核子による core のくずれがかなり効くことを指摘しているが、申請者は  $\text{P}_2\text{-P}_4$  力を導入することによって、その効果がどのように現われるかを詳しく検討し、 $\text{Bi}^{210}$ 、 $\text{Tl}^{206}$  などで Brennan-Bernstein 法則がやぶれる理由などをかなり数値的にしらべている。

以上の一連の研究は一貫して odd-odd 核のエネルギー準位の問題を巾ひろく検討したものであって、Brennan-Bernstein 法則の成立する条件、その例外のあらわれる理由などを他の研究者の得た結果と比較検討し、また二体の核力の立場からどこまで矛盾なく説明できるかを克明に追求している。これらの研究によって、総体として矛盾のない理論を得たというのではなく、現存する方法を十分に駆使して、問題点のありかをつきとめるということにとどまっているが、もともとこれらの核は複雑な構造をもつものであるから、この程度まで問題を整理した研究は、核構造理論の今後の発展に寄与するものであるといえよう。よって、本論文は理学博士の学位論文として価値あるものと認める。